

서울시립대학교 도시과학연구원
도시과학논총 제26권 2000년 12월
The Journal of Urban Sciences
The University of Seoul
Vol. 26, No. 1, December 2000

교차로 교통신호등 고장 감시장치에 대한 연구

김 규 식

(서울시립대학교 전자전기공학부)

A Study on Fault Monitoring System for Traffic Signal Lamp

Kim, Gyu-Sik

ABSTRACT

In this paper, we implemented the failure detecting and monitoring system for traffic signal lamp and ballasts. The hall CTs of the local detecting system measure the current flowing into lamps via ballasts and ascertain whether the lamps or ballasts are out of order or not. These test data are transmitted to the main monitoring system using wireless telecommunication. So, we can see the status of the traffic signal lamps or ballasts promptly. There are many methods for detecting disorders of power sources, ballasts, and lamps. We can apply some methods such as current converting method, voltage drop methods, and glow charge inspection methods for it. In this study, the current converting method was implemented. For the automatic detection of disorders of lamps, the current is detected using CT sensors after turning on lights. If the current is detected, the digital signal "1" is assigned. If the current is not detected, the digital signal "0" is assigned. These digital data is then transferred to the main control system in local control box via RS 485.

Key Words : Traffic signal lamp, Monitoring system, Wireless telecommunication, CT sensor, Local control box

16 김규식

1. 서론

고장난 교통신호등의 방치는 누설전력의 낭비, 안전사고, 차량정체, 행정민원증가의 원인이 되고 있다. 이러한 교통신호등의 고장진단을 자동으로 쉽게 한다면 교통신호등의 유지관리 및 수리비용이 매우 절감될 뿐만 아니라 누설전력의 낭비도 막을 수 있다. 서울시를 비롯한 대도시의 교통신호등은 수량이 매우 방대하므로 효율적 관리가 필요하고 교통신호등의 고장진단이 복잡하여 인력, 시간, 예산의 낭비가 크므로 이의 절감이 요구된다. 이를 위해 램프 및 안정기의 소손 상태를 검진할 수 있는 방법을 고안하고 이 소손 상태를 교통신호등을 관리하는 기관에 전송하는 데이터 송수신 시스템의 구축이 요구된다. 단, 이들 소손 상태를 알려주는 데이터의 전송을 위해 추가적인 통신선로를 매설하는 것은 추가적인 예산이 엄청나기 때문에 바람직하지 않고 기지국을 통한 무선 데이터통신을 이용하는 것이 유리하다. 이와 같은 무선 데이터통신을 이용한 응용 예로 다음의 두 가지 대표적인 사례를 제시한다.

첫째로, 미국내 모든 규모의 경찰서가 이동 무선 데이터 통신을 이용하여 경찰관에게 빠른 정보를 제공하고 디지털 화상전송 및 경찰차의 위치정보를 알릴 수 있는 새로운 기능을 가능하게 하고 있다. 예를 들어, Alexandria는 사고나 범인 소환 및 보고를 자동화하기 위하여 이 시스템을 사용하고 있고, 무선에 의한 "car-to-car" 방법으로 탈주범이나 수배자의 디지털 화상 전송을 시험중이다. 또한 지문인식(Fingerprint Identification)기술로 범인의 지문을 전송할 수도 있다. 부가적으로, 무선 시스템은 GPS(Global Positioning System)를 이용하여 차량의 위치를 파악할 수 있도록 추진중이다. Alexandria 시스템은 MDT(Mobile Data Terminal)를 사용하여 경찰관들에게 이동성

(Portability)을 쉽게 한다. MDT는 순찰차로부터 데이터의 송/수신이 가능하다. CDPD(Cellular Digital Packet Data)네트워크를 통해 UCS라는 디지털 이미지 소프트웨어를 이용한 화상이 전송된다. 경찰서는 수배자 사진이나 지역을 묘사해줌으로써 이를 받은 경찰들이 빠른 결정을 하고 조치를 취할 수 있다.

두 번째로, DHL은 환태평양 지역의 3,500개에 이르는 차량과 운전자들로부터 화물이나 배달물의 상태에 관한 실시간 정보(real-time information)를 원했다. 이것을 구현한 것이 바로 "무선 데이터 통신"이다. DHL은 직렬(serial) 인터페이스 기능을 가지는 PC 카드 타입의 "series 500"이라는 모델을 MDSI ICU(Intelligent Cradle Unit)라는 터미널에 장착하고 이를 차량에 부착했다. DHL의 자동 발송시스템(auto dispatch system)은 정보를 ICU로 보내고 이동 차량내에 있는 PDT3100이라는 포켓용 스캐너에 정보를 다운로드한다. ICU는 수입과 지출을 보관하고 차량이 네트워크 수렴지역을 벗어났는지를 전송해 준다. series 500 모델과 DataTAC 무선 데이터 시스템(Motorola)을 경유하여 발송된 주문은 무선 19.2kbps의 속도로 운송용 차량에 전송된다. 이렇게 무선 네트워크를 이용함으로써 DHL은 패키지 전송과 고객의 통지사이의 시간 지연을 제거하는데 도움을 주었다. 고객은 그들의 물건을 선적한 선박에 대한 정보의 접근을 실시간으로 가질 수 있었다.

위에서 제시한 두 개의 응용 예와 본 연구에서 접근하고자 하는 "무선 네트워크를 이용한 교통신호등 감시 장치"와 비교했을 때 다음 그림1과 같은 형태로 표현할 수 있다. 이미 이전에 언급하였듯이 교통신호등 감시 장치에 대한 접근 시 유선에 의한 방식은 엄청난 공사비용으로 기존 도시에는 적용하기 곤란하고 따라서 대안으로 무선통신에 의한 방식이 유력한 대안이 될

수 있는데 이 접근에 대한 기술적인 타당성 여부에 대한 검토가 본 연구의 주목적이다. 원격 제어 시스템의 구축과 같은 연구^[1,2]는 과거에도 있었지만, 신호등 감시장치의 무선통신 접근은 거의 사례를 찾아보기 힘들다. 따라서, 대도시의 교통신호등을 대상으로 소손 상태를 검진할 수 있는 방법을 고안하고 데이터의 전송을 위해 기지국을 통한 무선 데이터통신을 이용하는 것에 대한 타당성 검토를 시도하고자 한다.

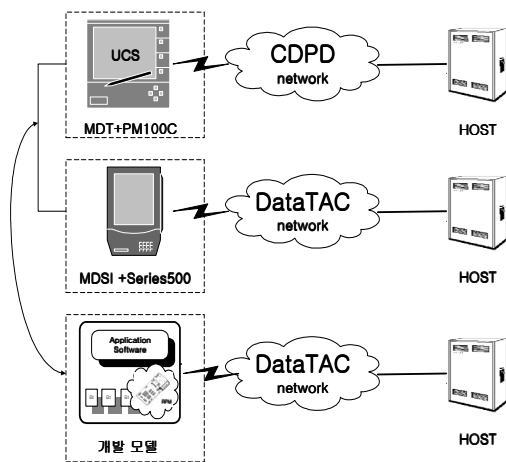


그림 1. 맨위 : 알렉산드리아 경찰국, 중간 : DHL Worldwide Express, 맨아래 - 본 연구 모델

II. 교통 신호등 감시 시스템

2.1 전용선에 의한 유선 감시장치

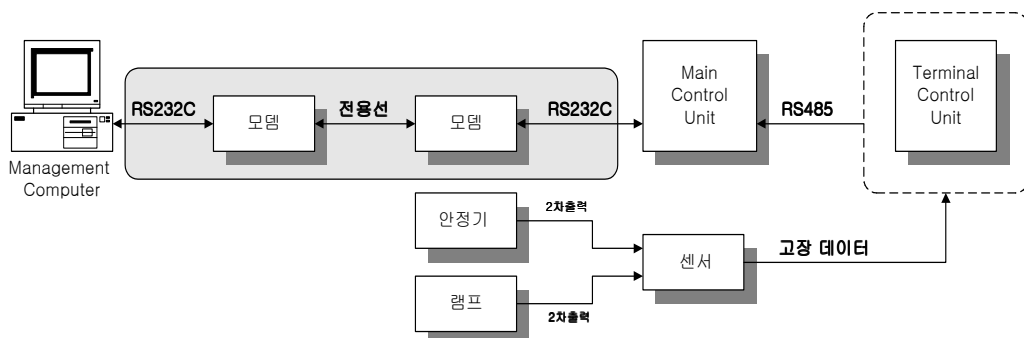


그림 2. 전용선 모델의 중앙집중식 관리 시스템 모델

우선 중앙집중식 관리시스템을 위한 전용선 방법에서 무선 데이터 통신 네트워크 방법을 적용하는 과정을 살펴본다. 이를 위해 전용선 방식의 모델은 그림 2와 같다. 교차로 신호등의 램프나 안정기의 고장에 대한 데이터를 홀센서를 통해 감지하고 이를 20 -30 개씩 지역적으로 묶어 취합하는 터미널제어기 유닛에서 주제어기 (main control unit)를 거쳐 교통신호등 관리 기관의 중앙관리시스템 (management computer)으로 보낸다. 이와 같은 전용선 모델은 전용선 설치에 따른 공사비가 별도로 추가되어야 하는 부담이 있고 따라서 신설 개량되는 신호등에만 적용이 가능하다는 단점이 있다. 또한, 모델에 대한 비용면에서나 산간오지등의 경우 유선 통신선 개통이 어렵다는 단점을 지니고 있다. 그러므로 전용선을 대체할 수 있는 방법이 필요하고, 기존 신호등에도 손쉽게 설치가 가능하도록 하는 방식이 필요하다.

2.2 무선데이터통신에 의한 감시장치

네트워크의 목적은 다수로 분할된 채널을 관리하는 호스트와 디바이스사이의 데이터를 이동시키기 위함이다. 데이터의 구체적인 규칙의 집합이나 포맷인 네트워크의 프로토콜(Protocol)이 분할된 매개체에 액세스(access)를 제어하고, 매개체를 통해 데이터를 전송하고, 데이터를 요청

18 김규식

된 목적지로 라우팅한다. 프로토콜은 또한 한 포인트에서 다른 포인트로의 데이터를 보내는데 걸리는 시간의 양을 결정한다. 네트워크의 개요는 그림 3과 같다. 그림 3에서 DTE는 RPM과 네트워크를 통신경로로 사용한다. DTE에 의해 요구되는 통신의 형태나 볼륨은 “DTE의 응용 소프트웨어”에 의해서 결정된다. 이 소프트웨어는 RPM에 의해서 제공되는 서비스를 사용하고 이 서비스와의 인터페이스를 포함한다. RPM에 의해 제공되는 서비스의 지식과 이 서비스에 액세스하는 방법은 모든 DTE에서 돌아가는 모든 응용 소프트웨어 패키지에 구축된다.

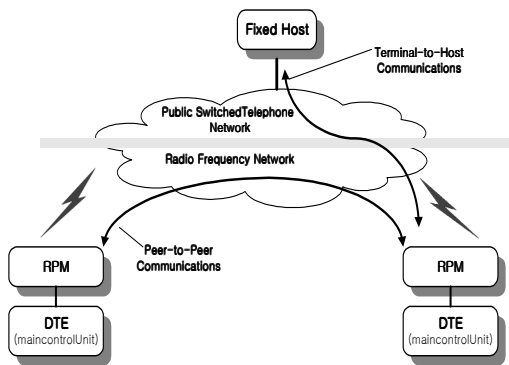


그림 3. 네트워크의 개요

한편, 그림 4와 같은 무선 데이터 통신 네트워크를 이용한 연구 모델로 돌아가서, DTE는 주제어유닛(Main Control Unit)에 해당된다. 그림 5에서는 신호등 고장부위의 자동 검출부터 DTE까지, DTE에서 RPM까지, RPM에서 DataTAC네트워크를 이용한 호스트간의 통신 그림을 나타내었다. 그림 5에서 DataTAC은 RPM과 호스트사이의 통신 네트워크이다. 주제어 유닛(Main Control Unit)은 신호등 고장개소와 각 신호등마다 미리 부여된 어드레스를 무선 모뎀으로 전송한다.

이때, 상호간의 데이터 전송 프로토콜은 그림 6과 같다. DTE와 무선모뎀간에는 Transparent 모드를 쓸 때도 있으나 대부분 NCL(Native Control Language)모드를 많이 쓴다. 사용하고자 하는 무선모뎀(RPM : GRACKLE)은 NCL 모드를 지원한다. 한편, DTE(주제어유닛)와 PRM간의 프로토콜인 NCL을 적용한 실질적인 연구모델이 그림 7에 있다. 주제어유닛은 RPM을 바로 장착할 수 있는 노트북이나 포켓용 디바이스가 아니기 때문에 고장데이터를 전송할 수 있는 인터페이스 회로가 필요하다. 그러나, 내장형으로 했을 경우에는 그

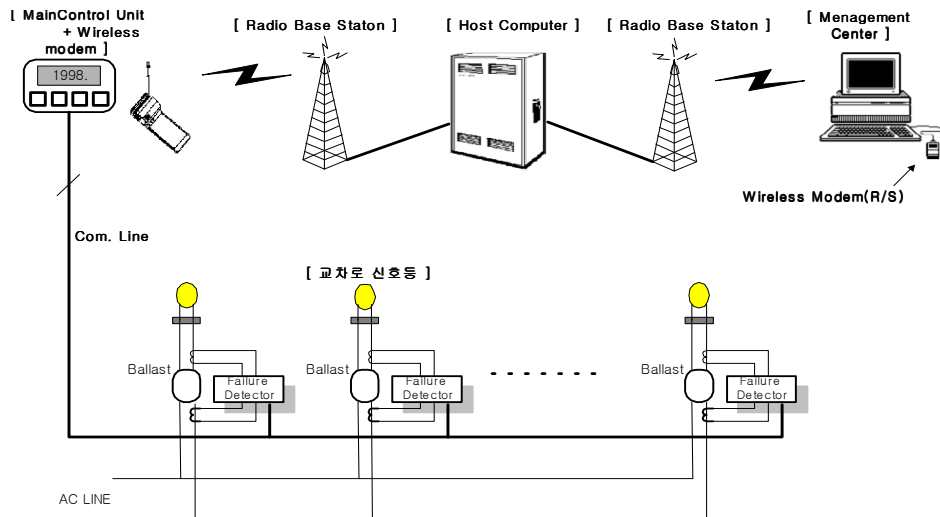


그림 4 무선통신에 의한 신호등 감시 시스템

림 6과 같은 연구모델이 된다. 한편, 본 연구에서 사용한 무선통신 방식은 PCS무선데이터망을 이용한 것으로써 MCU와 단말기 사이에 MMSP(단말장치접속규격)를 써서 PCS망과 연결하고, PCS망과 신호등 통합관리시스템에 MMCP(차량메시지센터접속규격)를 사용하였다.

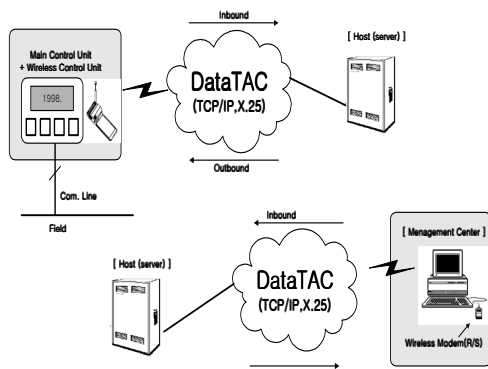


그림 5. 무선 송수신 시스템 모델

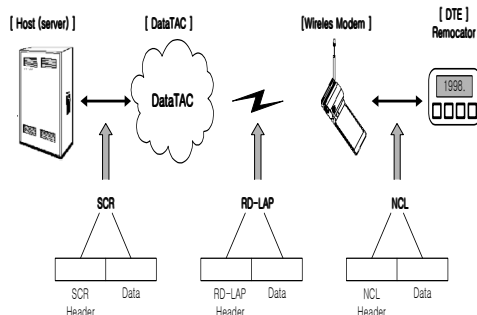


그림 6. DataTAC 시스템 프로토콜과 연구 모델

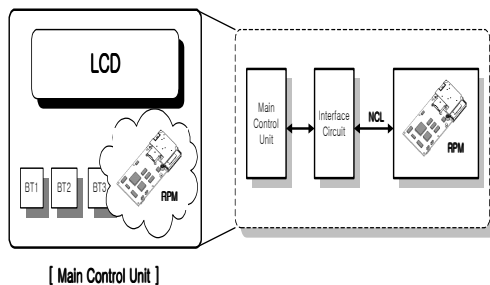


그림 7. RPM과 주제어유닛 인터페이스

III. 감시 시스템의 구성 및 실험

3.1 고장부위 자동 검출장치

그림 8과 같은 신호등 소손 및 안정기 소손 상태를 감지하기 위한 방법으로 신호등이 정상 시에는 센서를 통해 그림9와 같은 펄스가 감지된다. 그러나 램프가 파손시에는 그림 10과 같이 아무런 신호도 검출이 안된다. 이때, 램프고장으로 판단하고 안정기의 1차측 전원을 차단한다. 그 후 신호등의 어드레스(중앙관리를 위해 신호등마다 하나의 고유번호를 할당함)와 고장부위(안정기 또는 신호등)를 전송한다. 그림 8의 동작원리는 다음과 같다.

- ① 전원 전압에 의해 전원표시등(PL1)이 점등된다.
- ② 안정기 2차측 전압은 신호등 점등에 필요한 고전압중에 함유된 펄스전압을 검출회로에서 검출 Triac1의 게이트에 걸어주면 Triac1 이 ON 상태가 되므로 안정기 표시등(PL2)이 점등된다.
- ③ 안정기에서 전류검출회로를 통하여 램프를 점등시키면 램프 소비전력에 비례한 전류가 검출된다. 이 전류를 전류 검출회로를 통하여 Triac2의 게이트에 걸어주면 Triac2가 ON상태가 되므로 램프 표시등(PL3)이 점등된다.
- ④ 램프가 점등이 시작되면 안정기 2차측 전압이 강하하면서 펄스전압은 소멸되어 버리므로 Triac1이 OFF상태가 되면서 안정기 표시등(PL2)는 소등된다.

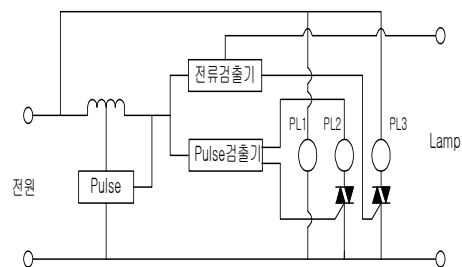


그림 8. 고장부위 자동검출기

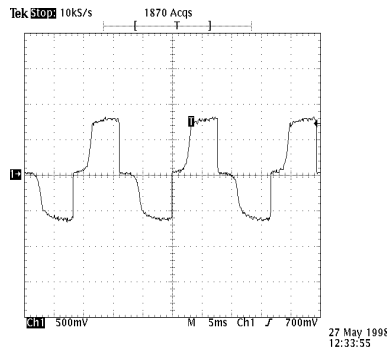


그림 9. 신호등 정상시 파형

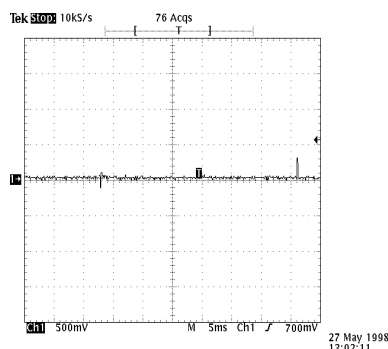


그림 10. 신호등 고장시 파형

3.2 고장부위의 화면표시

무선통신 네트워크를 통해 신호등 고장 데이터가 수신되었을 때 화면에 디스플레이하는 응용 프로그램에 대한 필요성이 대두된다. 이를 위해서는 무선통신 데이터를 처리하는 처리부와 고객의 요구에 맞는 화면 디스플레이 처리부를 구성해야 한다. 신호등은 도로상에 있는 듯한 모습을 줘야 하기 때문에 입체감을 줄 수 있어야 하며, 무엇보다도 조작자의 사용에 대한 편의를 위해 객체지향 프로그래밍(OOP: Object Oriented Programming)을 할 필요가 있다. 또한 장기적인 고장 대책 수립이나 에너지 관리를 위해서 스케줄링 기능 또한 필요하며, 데이터로깅(Logging)기능 또한 필수적이다. 그림 11에 일반 신호등 고장 정보의 PC 화면을 보여준다.

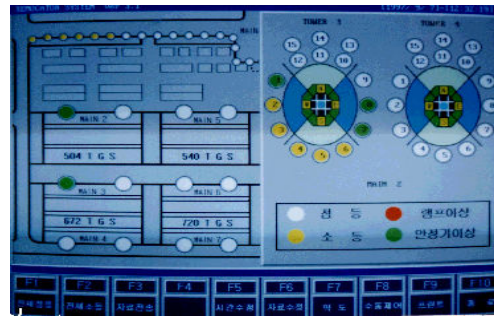


그림 11. 신호등 고장의 PC 화면표시

3.3 감시 시스템의 실험결과

그림 4와 같은 무선통신에 의한 교차로 신호등 감시 시스템을 구축하여 성능평가를 위한 간단한 실험을 행하였다. 먼저, 그림 8과 같은 고장부위 자동검출기에 대한 실험을 위해 램프 및 안정기를 각각 50개씩 100개를 준비하였다. 이중에 소손된 것이 각각 5개씩 10개가 있었는데 100개에 대한 테스트 결과 1개만이 잘못 판단해 결국 99%의 정확도를 보였다. 무선통신 방식은 PCS무선데이터망을 이용한 것으로써 MCU와 단말기사이에 MMSP(단말장치접속규격)를 써서 PCS망과 연결하고, PCS망과 신호등 통합관리시스템에 MMCP(차량메시지센터접속규격)를 사용하였다. 또한, 데이터 송수신상의 오동작이나 관리 프로그램의 에러는 발견되지 않았다. 따라서, 그림 8과 같은 검출시스템의 안정된 동작성능을 확보하고 적절한 보안을 거치면 충분히 현장에 적용 가능하리라고 판단된다.

V. 결론

고장난 교통신호등의 방치는 누설전력의 낭비, 안전사고, 차량정체, 행정민원증가의 원인이 되고 있다. 이러한 교통신호등의 고장진단을 자동으로 쉽게 한다면 교통신호등의 유지관리 및 수리비용이 매우 절감될 뿐만 아니라 누설전

력의 낭비도 막을 수 있다. 서울시를 비롯한 대도시의 교통신호등은 수량이 매우 방대하므로 효율적 관리가 필요하고 교통신호등의 고장진단이 복잡하여 인력, 시간, 예산의 낭비가 크므로 이의 절감이 요구된다. 따라서, 본 연구에서는 소손된 신호등을 위한 고장진단 기술을 개발함으로써 고장난 신호등의 장기간 방치에 따른 안전사고, 차량정체, 행정민원증가 등을 방지하고 인력과 시간 손실을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 1999년도 서울시립대학교 학술연구비 지원을 받아 이루어졌음.

<참 고 문 헌>

1. 한경호, 정길도, “멀티프로세서 구조를 이용한 지능형 교통신호 제어시스템 설계, ” 조명.전기설비학회논문지, 제12권, 제2호, pp.62-68, 1998.
2. 송상빈, 곽재영, 여인선, “형광램프용 Dimming 형 전자식 안정기 및 원격제어시스템의 회로설계,” 조명.전기설비학회논문지, 제13권, 제2호, pp.17-23, 1999.
3. Hee H. Bae, "Centralized apparatus for displaying disordered locations of lighting fixtures and method of collecting information of the disorders," United States Patent, No.5,373,453 Dec. 13, 1994
4. W. J. Tompkins and J. G. Webster, "Interfacing Sensors to the IBM PC," Prentice Hall, 1988.
5. J. M. Jacob, "Industrial Control Electronics," Prentice Hall, 1989.
6. 이규찬, 조보형, “보조권선을 사용한 자동차 헤드라이트용 고압방전등 안정기,” 전력전자학회 논문지 제4권, 제5호, pp.449-454, 1999.